

**STUDI OPTIMASI PEMBENTUKAN POLA PADA QCM
DENGAN TEKNIK ETSA BASAH MENGGUNAKAN MASKING
 $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$**

TESIS

Untuk memenuhi Persyaratan

Memperoleh Gelar Magister



Oleh :

TRI ANDI RUSLY

146090300111002

PROGRAM STUDI S2 FISIKA

MINAT FISIKA MATERIAL

PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS MIPA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2017

HALAMAN PENGESAHAN
STUDI OPTIMASI PEMBENTUKAN POLA PADA QCM
DENGAN TEKNIK ETSA BASAH MENGGUNAKAN MASKING
 $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Oleh:

Tri Andi Rusly

Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 24 Agustus 2017
dan dinyatakan lulus

Komisi Pembimbing,

Ketua ,

Anggota I

Dr.Eng. Masruroh. M.Si.
Nip. 197512312002122002

Dr.Ing.Setvawan. P. S, M.Eng
Nip. 196508251990021001

Program Pascasarjana Fakultas MIPA
Ketua Program Studi Magister Fisika

Mauludi Ariesto Pamungkas, M.Si. Ph.D
Nip. 197304122000031013

**STUDI OPTIMASI PEMBENTUKAN POLA PADA QCM
DENGAN TEKNIK ETSA BASAH MENGGUNAKAN MASKING
 $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$**

Nama Mahasiswa : Tri Andi Rusly

NIM : 146090300111002

Program Studi : S2 Ilmu Fisika

Minat : Fisika Material

KOMISI PEMBIMBING

Ketua : Dr.Eng. Masruroh. M.Si

Anggota : Dr.Ing. Setyawan. P. S, M.Eng

TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1 : Mauludi Ariesto Pamungkas, M.Si. Ph.D

Dosen Penguji 2 : Dr.rer.Nat. Abdurrouf, M.Si

Dosen Penguji 3 (pengganti) : Djoko Herry Sanjojo. M.Phil.,Ph.D

Tanggal Ujian : 24 Agustus 2017

SK peguji :

PERNYATAAN ORISINILITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan (plagiat), saya bersedia Tesis (Magister) dibatalkan, serta diproses sesuai perundang-undangan yang berlaku

Malang, 13 Agustus 2017

Mahasiswa

Tri Andi Rusly
NIM. 146090300111002

BIODATA PENULIS



Tri Andi Rusly, merupakan putra dari pasangan Bapak Sutoyo dan Ibu Sriwati. Lahir di Ambon, Propinsi Maluku, pada 19 Mei 1992.

Menyelesaikan pendidikan dasar pada SD Negeri 40 Ambon tahun 2003, pendidikan menengah pertama pada SMP Negeri 14 Ambon tahun 2006, dan SMA Negeri 13 Ambon tahun 2009.

Penulis melanjutkan pendidikan tinggi ke Universitas Pattimura 2009, dan diterima pada Jurusan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Penulis menyelesaikan pendidikan tinggi dan memperoleh gelar Sarjana pada tahun 2013. Pada tahun 2014, penulis melanjutkan pendidikan pascasarjana di Universitas Brawijaya, Malang pada Program Studi S2 Ilmu Fisika, dengan bidang minat Fisika Material.

ABSTRAK

Telah dilakukan studi **penelitian** optimasi pembentukan pola pada QCM dengan teknik etsa basah menggunakan masking $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Pembentukan profil pada QCM adalah proses modifikasi sensor QCM untuk meningkatkan fungsionalisasi material, dengan menggunakan teknik etsa basah untuk pengikisan secara kimiawi pada permukaan material. Pada penelitian ini telah dikembangkan metode etsa basah dengan mengoptimasi waktu etsa terhadap pembuatan profil pada QCM. Material *masking* menggunakan senyawa $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ yang di deposisi dengan teknik *Spray Coating*. Larutan yang digunakan untuk proses etsa basah yaitu KOH dan HF dengan variasi waktu etsa 30-90 menit. Untuk melihat permukaan profil etsa digunakan alat Top Map Measurement / TMS 1200. Hasil dari **optimasi waktu etsa dari tiga varian waktu didapati hasil terbaik pada waktu etsa 60 menit dari tiap-tiap larutan etsa KOH dan HF dengan laju etsa dan nilai etsa yang sama dari tiap-tiap larutan yang digunakan yaitu laju etsa $4,56 \mu\text{m}$ dan kedalaman etsa $4,56 \mu\text{m}$ untuk larutan etsa KOH dan nilai kedalaman etsa $4,43 \mu\text{m}$, laju etsa $4,43 \mu\text{m} / \text{jam}$ untuk larutan etsa HF**. Penurunan laju etsa terjadi seiring dengan bertambahnya waktu disebabkan oleh adanya produk reaktif dari larutan etsa yang mengalami adsorpsi menjadi gas yaitu SiF_4 pada larutan etsa HF dan produk reaktif yang mengalami adsorpsi dari larutan KOH adalah K_2SiO_3 yang berubah menjadi gel/kerak yang menyebabkan zat reaktif dari masing-masing larutan etsa menjadi melemah seiring bertambahnya waktu etsa.

Kata kunci: etsa basah, $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, KOH, HF, laju etsa.

ABSTRACT

Profile forming QCM sensor modification for functionalization material upgrading was studied, with using wet etching technique to removes the surface of the material. In this research, wet etching method has been developed by optimizing etch time on profiling of QCM. The masking process uses $\text{SnCl}_2\text{H}_2\text{O}$ compounds which are deposition with Spray coating technique. The solution used for the wet etching process is KOH and HF with time range 30-90 minute etching time variation. The results of the etching time optimization of the three time variants obtained by the best results at 60 minute etching time of each KOH and HF. The etching values of KOH is 4,56 $\mu\text{m}/\text{h}$ and Depth of Etch area is 4,56 μm and etching values of HF is 4,43 $\mu\text{m}/\text{h}$ and depth of Etch area is 4,43 μm . The result show the decreasing etch rate occurs with increasing time due to the reactive product of the etching solution which adsorbs to gas SiF_4 in the HF etching solution and the adsorbent reactive product from the KOH solution is K_2SiO_3 which turns into a gel / crust which causes the substance The reactivity of each etching solution becomes weakened as the etch time increases.

Keywords: Wet etching, $\text{SnCl}_2\text{H}_2\text{O}$, KOH, HF, etching rate.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah **Subhanahu Wa Ta'ala** atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis yang berjudul **“Studi Optimasi Pembentukan Pola pada QCM dengan Teknik Etsa Basah menggunakan Masking $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ”**. Penyusunan naskah tesis ini merupakan salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Magister sains di Jurusan Fisika Fakultas MIPA, Minat Fisika Material Universitas Brawijaya.

Dengan selesainya penyusunan tesis ini, perkenankan penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Dr.Eng. Masruroh. M.Si., sebagai dosen pembimbing 1 dan Dr.Ing.Setyawan.P.S, M.Eng., sebagai dosen pembimbing 2 yang telah rela menyumbangkan waktu, tenaga, pikiran dan memberikan banyak sekali pengarahan serta masukan dengan sabar kepada penulis dalam penyusunan tesis ini.
2. Mauludi Ariesto Pamungkas, M.Si. Ph.D., selaku Ketua Program Studi S2 Jurusan Fisika Universitas Brawijaya dan penguji 1 yang telah memberikan saran dan masukan yang bermanfaat untuk studi perkuliahan dan perbaikan tesis ini.
3. Dr.rer.Nat. Abdurrouf, M.Si., selaku penguji 2 yang telah banyak memberikan ilmu, kritik dan saran serta memberikan dorongan semangat untuk menyelesaikan tesis ini.

4. Djoko Herry Sanjojo, M.Phil. Ph.D., selaku penguji 3 yang telah banyak memberikan ilmu, kritik dan saran untuk perbaikan tesis ini.
5. Penelitian ini didanai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi (RISTEK DIKTI) melalui hibah kompetensi (HIKOM) dengan nomor kontak penelitian : 063/SP2H/LT/DRPM/IV/2017.
6. Bapak/Ibu dosen Program Studi Magister Fisika yang telah membantu penulis selama mengikuti perkuliahan.
7. Teristimewa tertujukan kepada kedua orang tua, ayah dan ibu yang dengan ikhlas dan penuh kasih membesarkan, mendidik, memberikan dorongan, nasehat, serta setia mendo'akan penulis dalam menyelesaikan studi.
8. Keluarga besar di Kediri yang senantiasa mendo'akan dan memberikan semangat tiada hentinya selama penulisan tesis ini.
9. Teman-teman program studi S2 Fisika Universitas Brawijaya yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang ikut membantu dalam menyelesaikan tesis ini baik berupa materiil maupun moriil.

Penulis menyadari atas kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki sehingga tulisan tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan dan penyempurnaan tesis ini. Semoga tesis ini dapat memberikan sumbangan yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i	
LEMBAR PENGESAHAN	ii	
KOMISI PEMBIMBING	iii	
PERNYATAAN ORISINILITAS	iv	
BIODATA PENULIS	v	
ABSTRAK	vi	
ABSTRACT	vii	
KATA PENGANTAR	viii	
DAFTAR ISI	xi	
DAFTAR GAMBAR	xiii	
DAFTAR TABEL	xvi	
BAB I	PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Rumusan masalah	3
	1.3 Tujuan Penelitian	3
	1.4 Batasan Masalah	3
	1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	5
	2.1 Quartz Crystal Microbalance	5
	2.2 Masking	9
	2.3 Metode Etsa Basah	14
	2.4 Larutan Etsa KOH	17
	2.5 Larutan Etsa HF	18
BAB III	KERANGKA KONSEP PENELITIAN	21
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	24

4.1 Tempat dan Waktu	24
4.2 Alat dan Bahan	24
4.3 Prosedur Penelitian	24
4.3.1 Persiapan Sensor	26
4.3.2 Pembersihan Elektroda	26
4.3.3 Pembuatan larutan $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	26
4.3.4 Pembuatan Pola Masking	27
4.3.5 Pelapisan	27
4.3.6 Pemanasan	27
4.3.7 Etsa pola	28
 BAB V	
HASIL DAN PEMBAHASAN	30
5.1 Pelapisan Masking $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ pada QCM	30
5.2 Pengaruh Waktu Etsa Larutan HF Terhadap Masking dan Pola	32
5.3 Pengaruh Waktu Etsa Larutan KOH Terhadap Masking dan Pola	44
5.4 Pengaruh Waktu Etsa Larutan KOH dan HF Terhadap Kekasaran Morfologi Etsa SiO_2	52
 BAB VI	
PENUTUP	56
6.1 Kesimpulan	56
6.2 Saran	57
 DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 a	QCM sensor	6
Gambar 2.1 b	Skematis dari kristal Kuarsa	6
Gambar 2.2	Model Getaran kristal kuarsa	6
Gambar 2.3	<i>Masking Photoresist</i> diatas SiO_2	10
Gambar 2.4	<i>Masking</i> lapisan Au diatas SiO_2	11
Gambar 2.5	<i>Masking</i> polistiren SiO_2	12
Gambar 2.6	Struktur Polistiren	12
Gambar 2.7	Masking SnCl_2 diatas film SiO_2	13
Gambar 2.8	Struktur tin(II) klorida.	14
Gambar 2.9	Etsa Isotropik dan Etsa anisotropik	15
Gambar 2.10	Struktur KOH	18
Gambar 2.11	Struktur HF	19
Gambar 3.1	Kerangka konsep penelitian	23
Gambar 4.1	Diagram alir tahapan penelitian	25
Gambar 5.1	Ilustrasi pelapisan dan pengulangan pelapisan <i>masking</i> $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ diatas QCM.	30
Gambar 5.2	Permukaan lapisan <i>masking</i> $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ pada QCM	31
Gambar 5.3	Permukaan <i>masking</i> $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	31
Gambar 5.4	Morfologi hasil etsa HF 30% selama 60 menit menggunakan mikroskop optik	33

Gambar 5.5	Morfologi hasil etsa HF 30% selama lebih dari 1 jam menggunakan mikroskop optik	34
Gambar 5.6	Morfologi 3D hasil etsa HF 30% selama 30menit menggunakan TMS	35
Gambar 5.7	Pemindaian morfologi 2D hasil etsa HF 30% selama 30 menit menggunakan TMS	36
Gambar 5.8	Pemindaian morfologi 3D hasil etsa HF 30% selama 60 menit menggunakan TMS	37
Gambar 5.9	Pemindaian morfologi 2D hasil etsa HF 30% selama 60 menit menggunakan TMS	38
Gambar 5.10	Pemindaian morfologi 3D profil sederhana hasil etsa HF 30% selama 60 menit menggunakan TMS	39
Gambar 5.11	Pemindaian morfologi 3D hasil etsa HF 30% selama 90 menit menggunakan TMS	40
Gambar 5.12	Grafik hubungan nilai kedalaman etsa dengan waktu etsa HF 30 %.	41
Gambar 5.13	Grafik hubungan laju etsa dengan waktu etsa HF 30 %.	42
Gambar 5.14	Ilustrasi proses etsa basah SiO ₂ dan HF	44
Gambar 5.15	Morfologi hasil etsa KOH 40% selama 1 jam menggunakan mikroskop optik	45
Gambar 5.16	Pemindaian morfologi 3D hasil etsa KOH 40% selama 30 menit menggunakan TMS	46

Gambar 5.17	Pemindaian morfologi 3D hasil etsa KOH 40% selama 60menit menggunakan TMS	47
Gambar 5.18	Pemindaian morfologi 3D hasil etsa KOH 40% selama 90 menit menggunakan TMS	48
Gambar 5.19	Ilustrasi proses etsa basah SiO ₂ dan KOH	50
Gambar 5.20	Grafik hubungan laju etsa dan waktu etsa KOH 40%	51
Gambar 5.21	Grafik hubungan kedalaman etsa dan waktu etsa KOH 40%.	51
Gambar 5.22	Gambar pemindaian nilai kekasaran etsa	52
Gambar 5.23	Grafik hubungan kedalaman etsa HF,waktu dan kekasaran	53
Gambar 5.24	Grafik hubungan kedalaman etsa KOH,waktu dan kekasaran	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan etsa isotropik dan etsa anisotropik	16
Tabel 5.1	Besar nilai kekasaran etsa HF dan KOH	53